

# OLÉAGINEUX

*Revue générale des corps gras et dérivés*





# ENGRAIS MINÉRAUX ET OLÉAGINEUX TROPICAUX

## RECHERCHES D'AGROPHYSIOLOGIE

par **P. PREVOT**

DOCTEUR ÈS-SCIENCES  
AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE  
CHEF DU SERVICE AGRONOMIQUE DE L'I.R.H.O.

et **M. OLLAGNIER**

INGÉNIEUR AGRONOME  
STATISTICIEN DE L'I.R.H.O.

Les rapports entre la plante et son milieu, qui déterminent la réussite ou la non réussite d'une culture, sont d'une extraordinaire complexité.

Dans ce vaste problème, nous nous limiterons à une seule question : quel est l'intérêt économique des fumures minérales pour les oléagineux tropicaux ?

La réponse n'est pas simple. En effet, il ne suffit pas que la fumure minérale accroisse les rendements, il faut encore que cette augmentation laisse un bénéfice au cultivateur. De plus, il conviendra d'adapter les fumures à l'évolution des sols et des cultures, pour que soit assurée une pérennité à l'augmentation des rendements.

En Afrique, nous ne disposons pas de l'immense expérience accumulée sur cette question dans les zones tempérées depuis 100 ans. Les problèmes posés par la plante, le sol, le climat, sont encore relativement neufs.

Le point de vue économique de la question est encore compliqué par une infrastructure peu développée augmentant les frais de transport des engrais et par des rendements culturels souvent médiocres.

Et cependant, l'augmentation des rendements à l'hectare devient de plus en plus impérative par suite de l'accroissement des populations et de la nécessité simultanée de conserver aux sols, par des jachères appropriées, un potentiel de productivité minimum.

Les engrais minéraux constituent justement un des facteurs importants pour l'obtention d'un résultat immédiat car ils manifestent rapidement leur action.

Il en résulte que les recherches agronomiques sur l'utilisation des engrais minéraux en Afrique sont à juste titre placées au premier plan.

L'urgence et la complexité du problème imposent au chercheur l'utilisation des acquisitions les plus modernes de la science agronomique. Il ne peut pas se contenter de la longue accumulation de résultats empiriques. Il doit surtout essayer de comprendre comment ces résultats ont été obtenus en un point donné, afin de pouvoir les généraliser plus rapidement.

La recherche agronomique, spécialement en Afrique, doit donc devenir de plus en plus de « l'agrophysiologie », c'est-à-dire une science agronomique qui étudie le comportement physiologique de la plante en rapport avec l'action du milieu extérieur.

Cela veut dire que, pour la question des engrais minéraux, il ne suffira pas d'enregistrer leur effet sur les rendements, mais il faudra aussi étudier leur action sur la physiologie et tout spécialement sur la nutrition minérale de la plante. Il faudra suivre l'évolution de cette nutrition aux divers stades du développement : il conviendra d'étudier l'action des facteurs externes (lumière, température, eau, sol) sur la nutrition minérale.

Les principales questions qui se posent pour l'application des fumures minérales peuvent être ainsi résumées : quels engrais ? Combien ? Où ? Quand ?

Nous allons voir rapidement la contribution de l'agrophysiologie et, tout spécialement, de la technique du diagnostic foliaire à la question de la fumure minérale des deux principaux oléagineux tropicaux de l'Afrique Noire : l'arachide et le palmier à huile. Nous nous limiterons au problème des éléments majeurs, N, P, K, Ca, Mg, en laissant de côté l'importante question des oligo-éléments.

### I. — ARACHIDE

Les bases physiologiques du diagnostic foliaire ont été exposées ailleurs (Prevot 1953). Elles dérivent des résultats de la recherche fondamentale sur les rapports entre stades de développement, métabolisme et accumulation des ions.

Comme les fondateurs du diagnostic foliaire LAGATU et MAUME l'ont démontré, il est essentiel de prélever des feuilles de même âge physiologique.

Une étude de la croissance, du développement et de la nutrition minérale a permis d'établir ces bases pour l'arachide (Prevot 1949).

Grâce à l'appui réciproque du diagnostic foliaire et des essais agronomiques, il a été possible de déterminer assez rapidement les « niveaux critiques » de N, P et K, c'est-à-dire les contenus des feuilles en N, P et K exprimés en grammes pour cent de matière sèche, au-dessous desquels l'application de l'élément considéré a des chances d'être rentable.

Pour la détermination de ces niveaux critiques, on compare donc les augmentations de rendement provoquées par l'apport de la fumure avec les teneurs des feuilles de l'élément apporté. Un exemple est fourni pour N dans le diagramme 1.





depuis 280 mm. de pluie entre le semis et la floraison en 1949 jusqu'à 620 mm. en 1950 (les résultats de 1950 sont extraits du travail de S. BOUYER, L. COLLOT, M. MARA).

Les semis étant effectués dès que les premières chutes de pluie atteignent au total 20 mm., il est normal de relier les pourcentages en éléments aux quantités de pluie tombée entre le semis et l'époque de prélèvement.

Le diagramme 2 montre que plus la pluviométrie est élevée, plus le contenu de la feuille en éléments N et P est bas.

Ces niveaux bas résultent probablement de deux facteurs : une dilution des éléments dans le sol et une dilution des éléments dans la feuille par suite d'une croissance accrue.

LUNDEGÅRDH est arrivé à des conclusions semblables en Suède sur les céréales.

Les expériences d'engrais, réalisées en 1951 et 1952, montrent une réponse différente selon les années : azote et phosphate répondent mieux en 1951, année très humide, qu'en 1952.

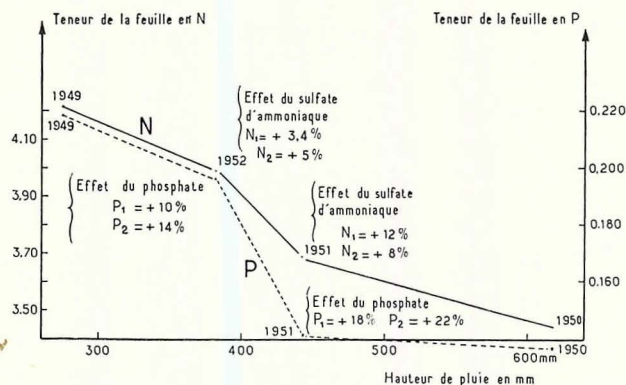


Diagramme 2. Relation entre pluviométrie et teneur des feuilles en N et P. Réponse à l'application d'azote et de phosphate.

Cette intensité différente de réponse des rendements en fonction de la pluviométrie est bien en rapport avec l'allure générale des réponses obtenues dans la feuille à l'application des engrais N et P : plus le niveau de N ou P dans la feuille est bas, plus la réponse à l'application de N ou P est élevée.

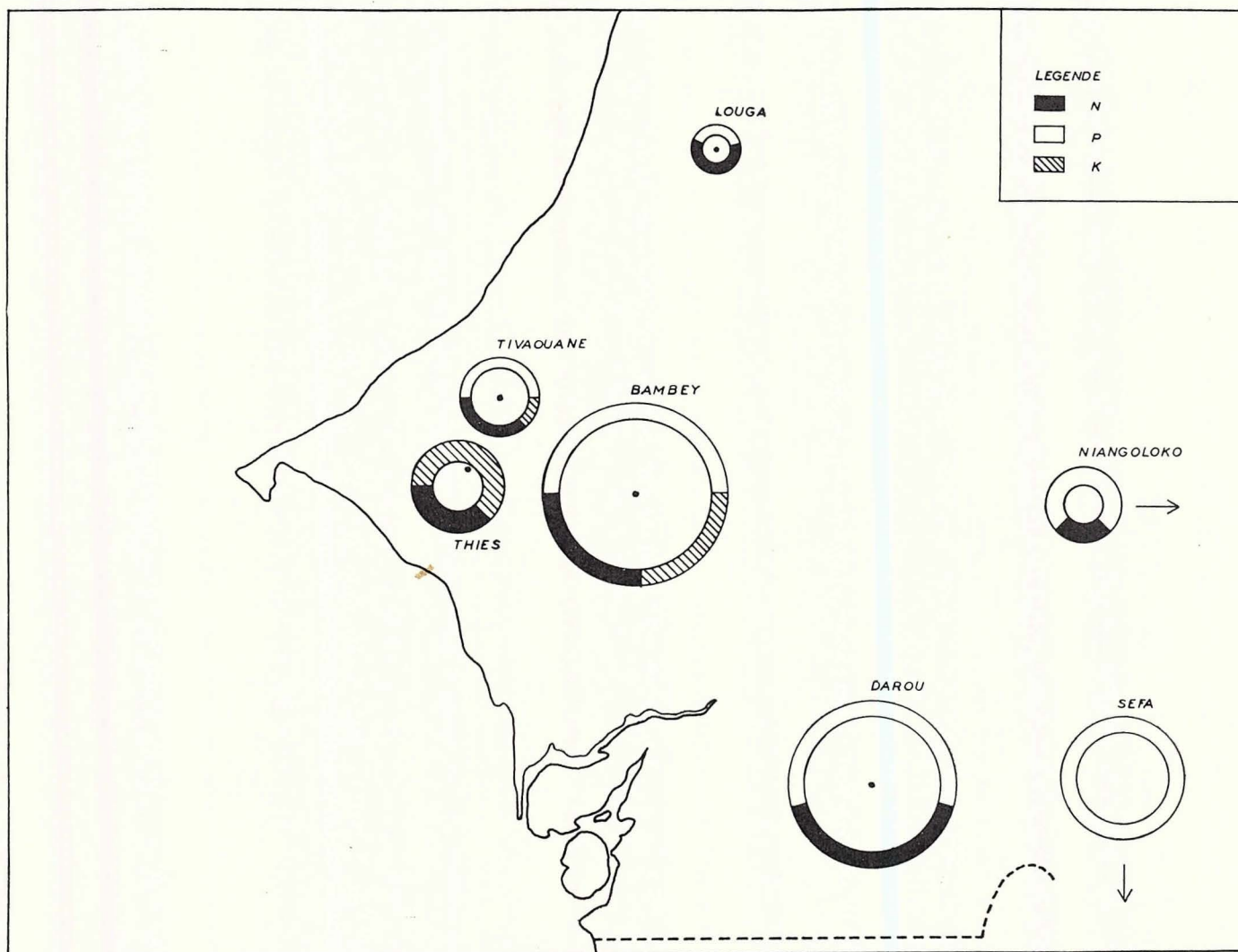


Fig. 1. — Répartition géographique de l'équilibre des fumures dans les points d'essais du Sénégal.



Nous disposons donc maintenant d'un moyen *rapide* pour orienter le type de fumure minérale adaptée à une région déterminée : l'analyse des feuilles nous permet de dire si la fumure doit être à prépondérance azotée, phosphorée ou potassique.

C'est ainsi que les recherches de l'I.R.H.O. au Sénégal, en 1951 et 1952, permettent de proposer diverses fumures pour le Sénégal (voir tableau I et fig. 1).

La détermination des « effets principaux » des fumures est capitale car les difficultés de l'application *économique* d'une fumure minérale à une culture pauvre interdisent de gaspiller un engrais dont l'action serait aléatoire.

Avec la collaboration du Bureau des Sols de Dakar et du C.R.A. de Bambey, l'I.R.H.O. espère arriver à dresser assez rapidement une carte sénégalaise de la nutrition minérale de l'arachide qui permettra d'orienter l'adaptation des fumures minérales aux diverses régions.

L'effet des fumures favorables sur l'équilibre chimique de la plante est bien représenté par l'emploi de diagrammes pentagonaux (voir fig. 2).

Dans ces diagrammes, les pourcentages des différents éléments sont portés sur les rayons dont voici les échelles depuis le centre jusqu'à la circonférence ;

- N : de 3 à 4 %
- P : de 0,15 à 0,25 %
- K : de 0 à 1 %
- Ca : de 1 à 2 %
- Mg : de 0 à 1 %.

On a donc porté sur le cercle de référence les niveaux critiques de N, P et K et pour Ca et Mg, des valeurs arbitraires (2% pour Ca et 1% pour Mg) car nous n'avons pas encore déterminé les niveaux critiques de ces deux éléments.

Les pourcentages avant traitement sont en noir et ceux après traitement en rouge.

On a indiqué en face de chaque élément les augmentations de rendements produites par la fumure.

On constate :

- 1° que le pentagone est d'autant plus petit que les terres sont plus épuisées (Louga, Tivaouane) ;
- 2° que le traitement favorable améliore non seulement les rendements, mais aussi l'équilibre chimique de la plante qui tend à se rapprocher du cercle de référence.

L'économie de la fumure ne dépend pas uniquement de la formule appliquée, mais aussi de la dose d'engrais à employer.

Dans ce domaine aussi, le diagnostic foliaire apporte une réponse précise.

Les essais agronomiques du C.R.A. de Bambey avaient mis en évidence le fait qu'il n'était pas rentable de dépasser une dose d'engrais de 150 kg/ha.

Nos essais de 1952 confirment ce résultat et montrent que les augmentations maxima de rendement sont obtenues dès 100 kg/ha. avec une formule 3,5 - 26,5 - 3 (voir diagramme 3).

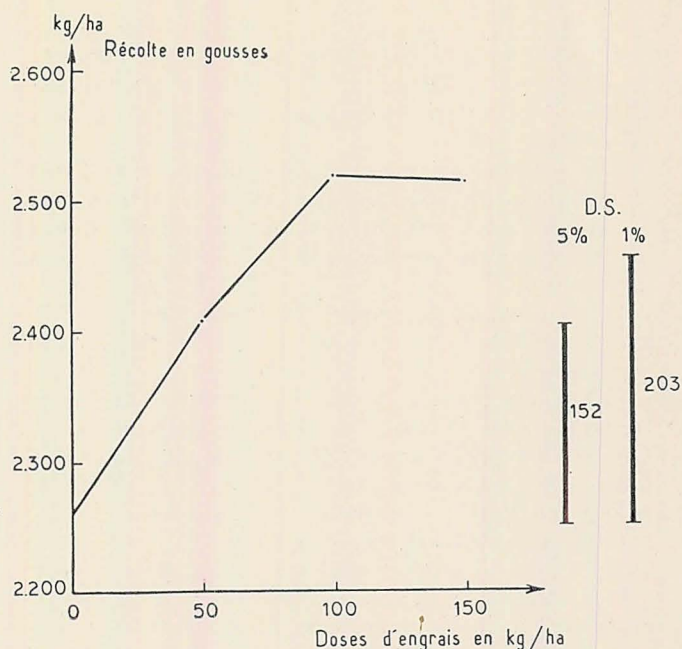


Diagramme 3. — Bambey. Influence des doses d'engrais sur les rendements en gousses.

Le diagnostic foliaire indique clairement qu'au-delà d'une certaine dose, il y a consommation de luxe, autrement dit gaspillage d'engrais.

En voici un exemple typique :

L'expérience a été réalisée par ORGIAS, au Secteur I.R.H.O. du C.R.A. de Bambey. Elle comparait l'application à doses équivalentes de  $P_2O_5$  (O — 30 — 60 kg.  $P_2O_5$ /ha) de 3 formes de phosphate : le bicalcique, le super-simple et le tricalcique naturel.

Les résultats qui nous intéressent sont résumés dans le diagramme 4.

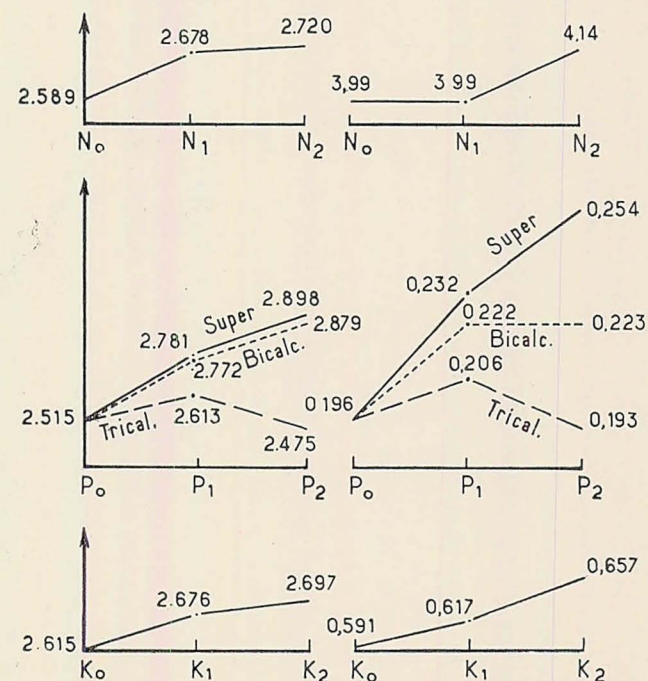


Diagramme 4. — Influence de N, P, K sur les rendements en gousses (à gauche) et sur les teneurs des feuilles en N, P, K (à droite) à Bambey.

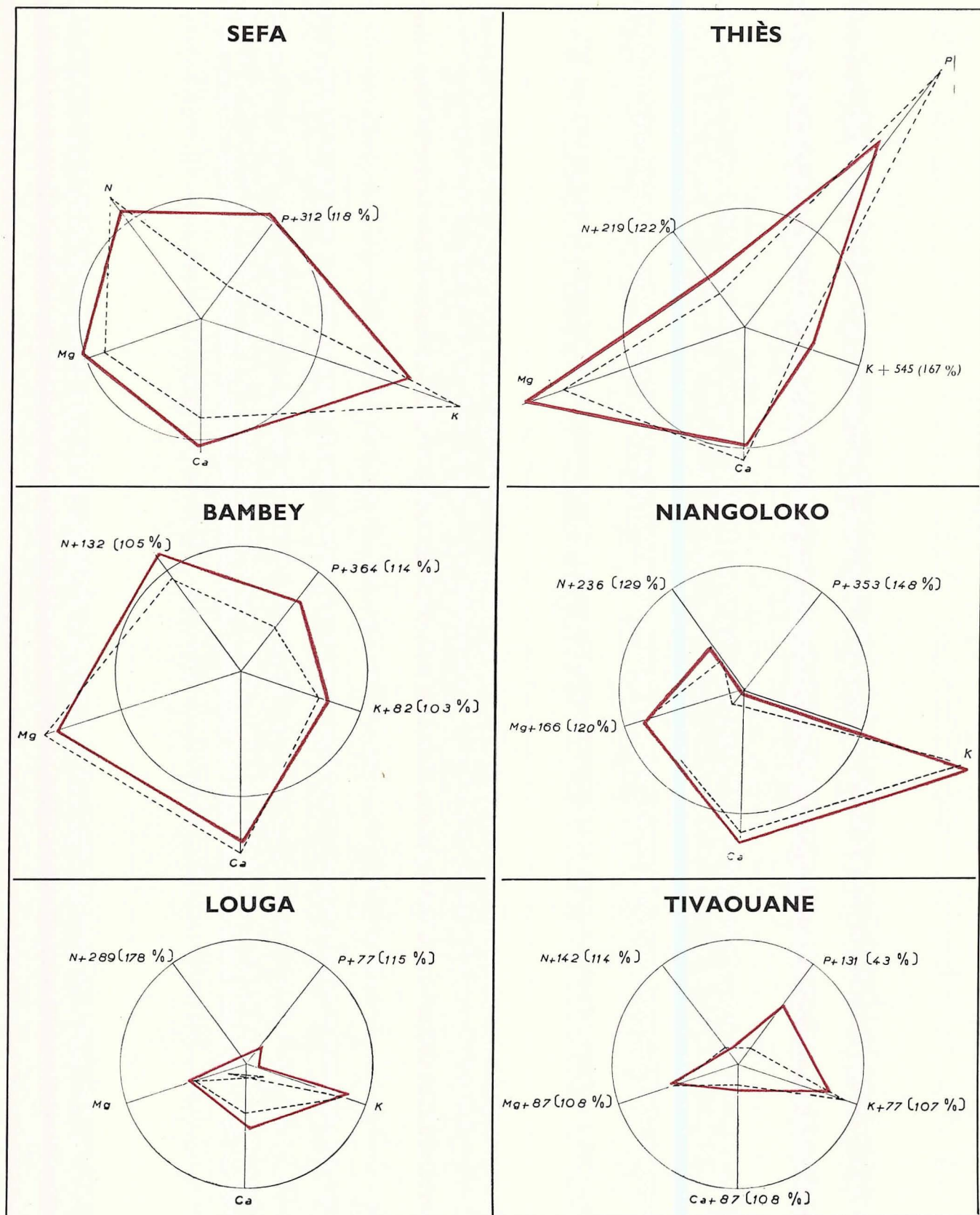


Figure 2. — Diagramme représentatif de l'effet des fumures sur l'équilibre chimique de la plante.



Nous voyons que le phosphate tricalcique n'a augmenté ni les rendements, ni le % en P de la feuille.

Par contre, le phosphate bicalcique et le superphosphate ont simultanément augmenté les rendements et les % en P de la feuille.

Mais, alors qu'une dose supplémentaire (dose P2) de phosphate bicalcique n'augmente pas plus le % de P que ne le fait la dose P1, la dose P2 du superphosphate augmente fortement le % de la feuille en P, sans que cela ait d'effet sur le rendement. Ceci s'explique fort bien par le fait que la dose de P2 de superphosphate élève le % en P de la feuille bien au-dessus du niveau critique. Nous sommes donc là en présence d'un cas très net de « consommation de luxe » en ce qui concerne le rendement en gousses.

L'expérience montre qu'il n'y a pas intérêt à dépasser la dose de 75 kg. de phosphate bicalcique à l'ha.

A Sefa, nous sommes arrivés à la conclusion que s'il y avait un maximum de rentabilité pour l'application de phosphate à la dose de 120 kg/ha, il n'y avait que peu d'avantage à dépasser 60 kg/ha. (CHAUSSEON et OLLAGNIER 1953).

Il est heureux de constater que, d'une manière générale, les quantités d'engrais à apporter pour la fumure de l'arachide dans les terres sableuses du Sénégal ne doivent pas dépasser 100 à 150 kg/ha.

On peut encore améliorer l'efficacité des engrais par un placement judicieux. ORGIAS (1951) a étudié au Sénégal le système racinaire de l'arachide. Les résultats préliminaires devront être complétés par des recherches agrophysiologiques sur la détermination des zones d'absorption des racines et des capacités d'accumulation des ions. Ils indiquent déjà cependant l'intérêt de localiser l'engrais aux couches superficielles et au voisinage du pied. Dans une expérience récente qu'il a effectuée, l'efficacité d'absorption du phosphore a été bien plus grande pour l'engrais appliqué en side-dressing (à 5 cm. du pied et à 5 cm. de profondeur) que pour l'engrais appliqué à la volée (voir diagramme 5).

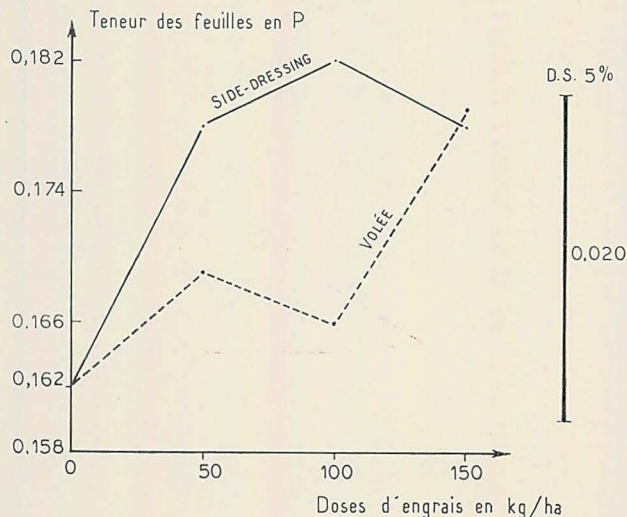


Diagramme 5. — Comparaison du mode d'application des engrais sur les teneurs en phosphore.

En résumé, pour l'arachide, on commence à pouvoir répondre aux trois questions principales : quel engrais, combien et où l'appliquer.

On peut affirmer que, dans la plupart des situations, l'application d'une dose de 100 kg. d'une formule bien adaptée sera économique.

## II. — PALMIER A HUILE

Les recherches sur une plante pérenne sont plus longues que sur une plante annuelle. L'engrais ne manifeste son action qu'un an à un an et demi après son application.

Dans des situations particulièrement carencées, 3 ou 4 années sont nécessaires pour remettre les palmiers en bonne condition.

Jusqu'à ces dernières années, les études d'engrais minéraux sur palmier n'avaient donné en Afrique que des résultats négatifs.

Les premiers résultats positifs ont été obtenus sur la plantation de Dabou, par l'I.R.H.O. Ils sont mêmes sensationnels puisque, à Dabou (Côte d'Ivoire), l'application annuelle de 1 kg de KCl par arbre a suffi pour tripler la production (FERRAND, OLLAGNIER et BOYÉ 1952).

A la suite des travaux de CHAPMAN et GRAY en Malaisie, l'I.R.H.O. a systématiquement utilisé depuis 1951 le diagnostic foliaire sur tous les essais de fumure minérale.

La comparaison de ces résultats avec ceux de G.W. CHAPMAN nous a permis de proposer les « niveaux critiques » suivants, qui seront précisés par les recherches ultérieures. La méthode utilisée est la même que pour l'arachide : comparaison entre réponse à l'engrais et teneurs de la feuille en éléments appliqués

Nc — 2.75 %

Pc — 0.15 %

Kc — 1.10 %.

Des prélèvements de feuilles dans les palmeraies indigènes ont permis de s'assurer que les résultats obtenus sur les stations de recherches de Pobé, au Dahomey, et de Dabou et La Mé, en Côte d'Ivoire (carences potassiques dans les trois cas) étaient généralisables aux secteurs prospectés du Dahomey et de la Côte d'Ivoire.

Bien entendu, à Dabou par exemple, les effets des applications de KCl sur les contenus des feuilles en N, P, K, Ca et Mg sont suivis régulièrement, ce qui permettra de modifier la fumure si l'on constate un déséquilibre dans le chimisme de la feuille.

L'établissement des formules d'engrais doit tenir compte des valeurs respectives des éléments les uns par rapport aux autres, c'est-à-dire que les conclusions doivent être basées non seulement sur le niveau absolu des éléments (aspect quantitatif de la nutrition), mais aussi sur les rapports réciproques (aspect qualitatif de la nutrition) et leurs antagonismes. Nos recherches démontrent l'existence d'antagonismes K — Ca et K — Mg très nets et une liaison fréquente Ca — Mg. D'un autre côté, le rapport N/P, voisin de 16, est d'une grande constance. Ceci correspond à la



forte liaison qui existe entre les éléments N et P, constituants fondamentaux du protoplasme d'une part, et les alcalins et alcalino terreux d'autre part.

Dans le tableau II sont indiquées les teneurs en éléments N, P, K, Ca, Mg rencontrées :

— dans des cas où des augmentations caractéristiques de rendement ont été obtenues par apport de potasse généralement, ou de magnésie ;

— dans des cas de maladie accompagnés de déséquilibres nutritifs (travaux de Sibiti, Etoumbi, travaux de HALE en Nigeria et Cameroun Britannique).

On voit dans ce tableau que, d'une manière générale, K et Ca d'un côté, K et Mg de l'autre, évoluent en sens contraire pour une même station.

La somme  $K + Ca + Mg$  est très intéressante à considérer, car elle est relativement constante et voisine de 2. Lorsque la valeur initiale est faible dans les cas de carence potassique, l'apport de potasse fait remonter cette somme vers 2%.

Pour l'étude des variations simultanées de K, Ca et Mg, la représentation trilineaire est donc spécialement intéressante (rappelons qu'elle utilise les propriétés du triangle équilatéral pour lequel la somme des distances à un côté représentant la valeur de chaque élément est constante et égale à 100).

Les résultats ne sont pas influencés par des variations trop fortes du total  $K + Ca + Mg$ , puisque la somme est assez constante.

TABLEAU II

Point correspondant sur le diagramme	Territoire	Station	Traitement	N	P	K	Ca	Mg	Rapport N/P	K + Ca + Mg	K %	Ca %	Mg %	% d'augmentation obtenue
1	COTE D'IVOIRE	DABOU	Sans potasse	3.00	0.184	0.460	0.760	0.535	16.3	1.755	26.2	43.3	30.5	+ 100 à 200 %
2			Potasse depuis 1949	3.16	0.189	0.920	0.656	0.382	16.7	1.958	47.0	33.5	19.5	
3			Potasse depuis 1946	3.06	0.179	1.04	0.638	0.323	17.1	2.001	52.0	31.9	16.1	
26	COTE D'IVOIRE	LA MÉ	Sans potasse	3.17	0.168	0.57	0.691	0.287	18.9	1.550	36.8	44.7	18.5	+ 28 %
27			Avec potasse	3.19	0.181	1.25	0.543	6.257	17.6	2.050	61.0	26.5	12.5	
4	DAHOMÉY	POBÉ	Sans potasse	2.53	0.167	0.565	0.868	0.607	15.1	2.040	27.5	42.5	29.8	+ 28 % + 25 %
5			1 kg. KCl depuis 1948	2.61	0.170	0.784	0.791	0.481	15.4	2.056	38.1	38.5	23.4	
6			2 kg. depuis 1948	2.58	0.163	0.917	0.770	0.401	15.8	2.088	43.9	36.9	19.2	
7	MALAISIE d'après G.W. CHAPMAN		Sans potasse	2.58	(3.19)	(7.64)	(12.8)	(5.01)		(25.45)	30.0	50.3	19.7	+ 64 %
8			Avec potasse	2.73	(3.30)	(14.7)	(11.1)	(4.39)		(30.19)	48.7	36.8	14.5	
11	NIGERIA d'après J.B. HALE (feuille médiane)	N'KWELE	Malades			0.174	0.643	0.690		1.507	11.5	42.7	45.8	
12			Sains			0.373	0.593	0.492		1.458	25.6	40.7	33.7	
13		N'DIAN	Chlorosés			1.26	0.479	0.138		1.877	67.1	25.5	7.3	
14			Sains			0.838	1.10	0.114		2.052	40.8	53.6	5.5	
15	CAMEROUN BRITANNIQUE	COWAN ESTATE	Sains			1.17	0.743	0.264		2.177	53.7	34.1	12.1	
16			Lemon frond			1.02	0.843	0.282		2.145	47.6	39.3	13.1	
17			Bronzing			0.809	0.843	0.318		1.970	41.1	42.8	16.1	
18	SUMATRA	BANGUN BANDAR	Faibles producteurs	2.37	0.163	1.18	0.543	0.165	14.5	1.888	62.4	28.7	8.7	
19			Forts producteurs	2.39	0.160	0.93	0.644	0.157	14.9	1.731	53.7	37.2	9.1	
9	A.E.F.	SIBITI (1951)	Sains	2.80	0.162	1.38	0.457	0.230	17.3	2.067	66.7	22.1	11.1	
10			Malades	2.53	0.158	1.54	0.412	0.202	16.0	2.154	71.6	19.2	9.4	
20		SIBITI (1952)	Sains	3.07	0.149	1.56	0.436	0.324	20.6	2.320	67.2	18.8	14.6	
21			Chlorosés jaune vert	2.44	0.123	1.81	0.324	0.242	19.8	2.376	76.2	13.6	10.2	
22			Chlorosés jaune	2.10	0.113	1.88	0.292	0.226	18.6	2.398	78.4	12.2	9.4	
23		SIBITI (1953)	Sains	3.01	0.203	1.29	0.686	0.326	14.8	2.302	56.0	29.8	14.2	
24			Chlorosés jaune vret	2.55	0.172	1.80	0.184	0.153	14.8	2.137	84.2	8.6	7.2	
25			Chlorosés jaune	2.39	0.177	2.05	0.170	0.152	13.5	2.372	86.4	7.2	6.4	
28		ETOUMBI	NPK sans magnésium	2.95	0.189	1.21	0.562	0.114	15.6	1.89	64.0	29.7	6.0	
29			NPK avec magnésium	2.98	0.197	1.13	0.577	0.135	15.1	1.84	61.4	31.4	7.3	

(1) Les résultats de CHAPMAN pour P, K, Ca et Mg, entre parenthèses, sont exprimés pour cent grammes de cendres.



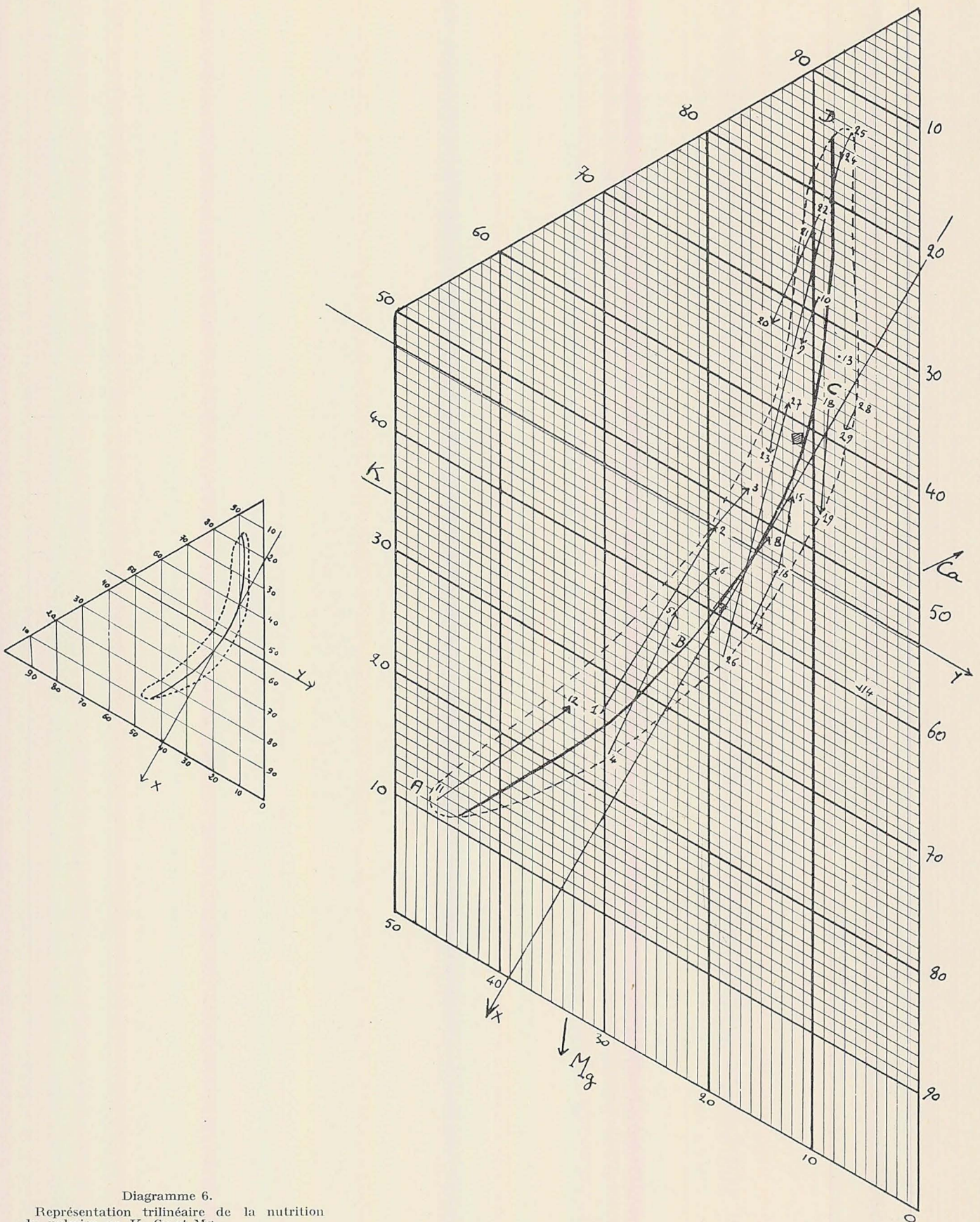


Diagramme 6.  
Représentation trilinéaire de la nutrition  
du palmier en K, Ca et Mg.



Dans le diagramme 6, on a reporté les résultats du tableau II correspondant aux différents traitements appliqués dans les expériences, ou correspondant à un état sanitaire favorable ou défavorable. Le sens de la flèche indique l'évolution vers une meilleure production ou vers un meilleur état sanitaire.

Il est intéressant de constater que les équilibres « possibles » de nutrition K, Ca, Mg, sont tous placés aussi bien avant qu'après le rétablissement de l'équilibre dans une zone assez étroite et allongée dont on a tracé le contour.

Les traitements favorables à la production ainsi que l'amélioration de l'état sanitaire font converger la nutrition vers une zone très restreinte d'équilibres favorables.

L'optimum semble être voisin de 58% de K, 30% de Ca et 12% de Mg.

Étant donné la grande constance de K + Ca + Mg indiquée précédemment, ces pourcentages optima correspondent à des teneurs sur matière sèche de :

1,15 pour K  
0,600 pour Ca  
0,240 pour Mg.

La valeur 1,15 pour K correspond à celle du niveau critique proposé. Nous croyons être autorisés à proposer les valeurs optima ainsi trouvées pour Ca et Mg comme niveaux critiques.

Le niveau de Mg par exemple a déjà reçu confirmation sur des prélèvements effectués à Etoumbi en 1953. La teneur en Mg d'arbres malades est de 0,026. Elle monte à 0,266 chez des arbres sains. L'application de sulfate de Mg augmente la teneur en Mg de la feuille, améliore l'état sanitaire et la production.

A Dabou, où la teneur en Mg est de 0,315 à 0,320, l'application de Mg n'augmente pas le rendement.

La question du mode de placement des engrais a été partiellement élucidée par les recherches minutieuses de FRÉMOND et ORGIAS (1952) sur le système racinaire du palmier à huile, à La Mé (Côte d'Ivoire). Les résultats ont été confirmés à Pobé (Dahomey) et Sibiti (Moyen Congo). Préalablement, des essais d'absorption de solutions colorées (fuschine 1% par exemple) avaient montré que les racines de 1<sup>er</sup> et de 2<sup>e</sup> ordre n'avaient pas de pouvoir d'absorption. Seules, les fines radicules absorbaient les solutions colorées.

La masse importante du système racinaire *actif* est répartie entre 5 et 35 cm. de profondeur. Pour les palmiers de 11 ans, la zone de plus grande densité des racines absorbantes est localisée dans une couronne de 2 m. de rayon interne et de rayon externe de 4 m.

Il faudra donc appliquer l'engrais très superficiellement et dans une couronne dont la distance du pied de l'arbre sera variable avec son âge.

Certes, comme pour l'arachide, ces études demandent à être complétées. Les résultats obtenus illustrent déjà comment des recherches d'agrophysiologie amènent *rapidement* à des applications d'ordre pratique.

### III. — CONCLUSIONS

Les résultats, trop brièvement condensés ici, sur la fumure minérale de l'arachide et du palmier à huile permettent de répondre affirmativement à la question posée au début de cet exposé : l'intérêt *économique* des fumures minérales pour ces oléagineux est certaine.

Bien des questions doivent encore être approfondies : formules d'engrais adaptées aux diverses régions, forme de l'engrais à apporter, époque et mode d'application, liaisons avec la climatologie. D'autres questions ne sont encore qu'ébauchées : rapports entre matières organiques et fumure minérale, vie bactérienne du sol, oligo-éléments, capacité d'accumulation du système racinaire, etc...

Cependant, dès à présent, les travaux de l'I.R.H.O. comme ceux du C.R.A. de Bambey ont pu démontrer la rentabilité de l'application de diverses formules d'engrais pour l'arachide au Sénégal. Elles ont permis de préciser quelques types de fumure adaptés à diverses régions.

Pour le palmier à huile, la rentabilité de l'application du chlorure de potassium est évidente en Côte d'Ivoire et nos résultats permettent de la préconiser pour le Dahomey.

Les résultats obtenus ont été considérablement étayés et ont pu être ainsi rapidement appliqués, parce que les recherches envisagent simultanément le côté agronomique et physiologique de la question. L'agrophysiologie apportera encore, nous l'espérons, une solution à quelques-uns des problèmes posés par la culture des oléagineux tropicaux.

### BIBLIOGRAPHIE

- BOUYER S., COLLOT L., MARAT, 1952. — Diagnostic foliaire de l'arachide. Résultats expérimentaux (Bull. Agronomique France d'Outre-Mer, n° 7, p. 7-36).  
CHAPMAN G. W. et GRAY H. M. — Leaf analysis and the nutrition of oil palm (Ann. Bot. 13 (52) p. 415-433).  
CHAUSSEON J., OLLAGNIER M., 1953. — Fumure phosphatée de l'arachide en Casamance (Oléagineux n° 8/9, p. 549-554).  
FERRAND M., OLLAGNIER M., BOYÉ P., 1952. — Résultats des premiers essais de fumure minérale sur le palmier à huile en Côte d'Ivoire (Oléagineux n° 10, p. 553/556).  
FRÉMOND Y., ORGIAS A., 1952. — Contribution à l'étude du système racinaire du palmier à huile (Oléagineux n° 4, p. 345/350).

- INSTITUT DE RECHERCHES POUR LES HUILES ET OLÉAGINEUX. — Rapports annuels 1951 et 1952.  
HALE J. B., 1947. — Mineral composition of leaflets in relation to the chlorosis and bronzing of Oils Palms in West Africa. (J. Agric. Sc. XXXVII, 3, p. 236-244, 2 graph.).  
LUNDEGÅRDH H., 1951. — Leaf analysis (Hilger-London).  
ORGIAS A., 1951. — Recherches préliminaires sur le système racinaire de l'arachide (Oléagineux n° 10, p. 571-575).  
PREVOT P., 1949. — Croissance, développement et nutrition minérale de l'arachide (I.R.H.O., Série scientifique, n° 4).  
PREVOT P., 1953. — Les bases du diagnostic foliaire. Application à l'arachide (Oléagineux n° 2, p. 67-71).